

## ВПЛИВ МЕТОДУ ОБРОБКИ НА ФОРМУВАННЯ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХОНЬ

Шкурупій В.Г., канд. техн. наук

(Харківський національний економічний університет)

*В роботі проведений аналіз впливу методів та умов абразивної обробки поверхонь деталей на формування їх шорсткості*

**Вступ.** Якість поверхневих шарів деталей машин визначається методами і режимами їх обробки. На фінішних операціях обробки остаточно формується поверхневий шар деталей машин, але співвідношення параметрів шорсткості неоднозначне, нестабільне. На результат цього формування роблять вплив і попередні операції. Однак, управляючи фінішною операцією, можна отримати поверхневий шар, що відповідає вимогам, заданим кресленням і технічними умовами. Цілеспрямоване формування поверхневого шару із заданими властивостями є одним з найважливіших завдань при виготовленні деталей.

Таким чином, проблема управління геометричними характеристиками і фізико-хімічним станом поверхонь деталей актуальна. Ми навчилися керувати процесом формування відхилень форми і розташування поверхонь, хвилястості і шорсткості поверхонь. Але для нерівностей з розмірами до 1 мкм існує проблема керування процесом їх формоутворення. Труднощі відтворення таких нерівностей виникають з наступних причин: оксиди, як результат фізико-хімічних явищ на поверхні, є сумірними із заданими значеннями геометричних характеристик нерівностей; забруднення, неоднорідності на поверхні вимагають введення додаткових операцій по обробці поверхні; силові дії на мікро рівні повинні дозуватися і бути підконтрольні системі, що управляє.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Відома робота [1] по вивченню параметрів шорсткості поверхонь, проте в них міститься недостатньо інформації по їх формоутворенню. Оцінка параметрів шорсткості поверхні утруднена, зважаючи на неприйнятність стандартних методик для їх оцінки (розвинений рельєф на шарувань, пори і ін.).

В роботі [2] оцінюється відносна опорна довжина профілю шорсткості і показано, що найменша досягається після шліфування абразивним кругом, а найбільша – після шліфування алмазним кругом на металевій зв'язці.

Можливості досягнення різних значень параметрів шорсткості при фінішній обробці алмазним інструментом приведені в роботі [3], але співвідношення параметрів не аналізується. Як встановлено багаторазовими експериментальними дослідженнями [1, 2, 3, 4], параметри шорсткості  $R_a$ ,  $R_z$  і  $R_{max}$ , кожний окремо, неоднозначно впливають на експлуатаційні характеристики оброблених поверхонь. В літературі недостатньо міститься інформації по аналізу співвідношення параметрів шорсткості після різних методів обробки.

**Постановка задачі досліджень.** Для оцінки процесу формування шорсткості поверхні в процесі її обробки рекомендується [4] критерій шорсткості по-

верхні, який може бути представлений в наступному вигляді:

$$F = \left(1 + 1,25\pi^2 \cdot n^2 \cdot R_a^2\right)^{-1} \cdot \left(1 - \frac{R_a}{2H_{i_{min}}}\right), \quad (1)$$

де  $R_a$  - середнє арифметичне відхилення профілю шорсткості поверхні, мкм;  $n$  - число кроків нерівностей по відношенню до відсічення кроку, 1/мкм;  $H_{i_{min}}$  - відхилення ординати по найбільшій западині профілю шорсткості поверхні, мкм.

Необхідно оцінити шорсткість поверхні, використовуючи критерій шорсткості поверхонь  $F$  і визначити, як змінюються співвідношення висотних параметрів шорсткості після обробки абразивами різної зернистості.

**Основний зміст досліджень.** В роботі [4] показано, що формування оптичних характеристик поверхонь зв'язано з формою мікронерівностей поверхні, яка визначається відношенням  $R_a / R_{max}$ , а не з висотою її профілю шорсткості. Вивчення профілограм і фотографій поверхні різних збільшень дозволило встановити на всіх стадіях обробки зміну як висоти нерівностей, так і їх форми, причому окислення поверхні відбувається у меншій мірі при точінні і фрезеруванні. У разі фрезерування зміна режимів обробки і відповідних висотних параметрів шорсткості ( $R_z=2-45$  мкм) не зробило істотного впливу на співвідношення висотних параметрів  $R_a / R_{max}$ .

При використанні алмазних мікро порошоків поєднання фізико-хімічних властивостей природного алмазу і матеріалу оброблюваної поверхні, зниження інтенсивності дії хімічно активних речовин, приводить до зменшення різного характеру неоднорідностей. Окислення поверхні при точінні відбувається у меншій мірі, чим при абразивному поліруванні [4]. При поліруванні поверхня адсорбує хімічно активні речовини, що містяться в пастах, і кисень повітря, що робить вплив на розвиток хіміко-механічних явищ, супроводжуючих пластичну деформацію мікро виступів поверхні. Процес адсорбції повинен інтенсифікуватися при механічному знятті плівок оксидів з поверхні, що забезпечується відносним переміщенням полірувальника і оброблюваної поверхні. Локальний активний контакт поверхонь полірувальника і оброблюваної поверхні забезпечує зрив плівки оксидів, що супроводжується адсорбцією хімічно активних речовин, і подальший зрив. В результаті безлічі локальних дій відбувається зменшення висот нерівностей, що підтверджується згладжуванням профілю шорсткості поверхні.

Контроль шорсткості оброблених поверхонь показав можливість безпосереднього витягання інформації про форму нерівностей при обмацуванні голкою профілометра – профілографа. Слід зазначити, що критерій шорсткості поверхні, визначуваний з використанням контактних приладів, лише частково відображає форму нерівностей менше, або рівних 1 мкм, оскільки руйнування від дії голки можуть бути зрівняні з аналізованими нерівностями. Для більшості технологічних операцій остаточної обробки поверхонь форма таких нерівностей, частково визначатиметься окисленням поверхневого шару в процесі обробки. Оцінка форми таких нерівностей контактними методами утруднена, що підтверджується результатами досліджень топографії на оптичних і електронних мікроскопах [4]. Розміри зернистості абразиву і подача полірувальника роблять

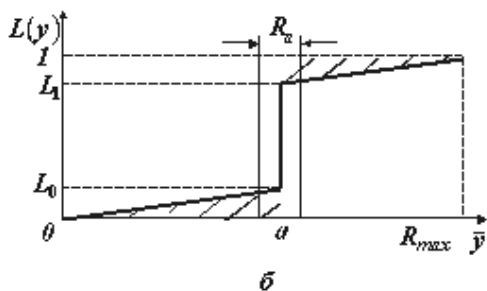
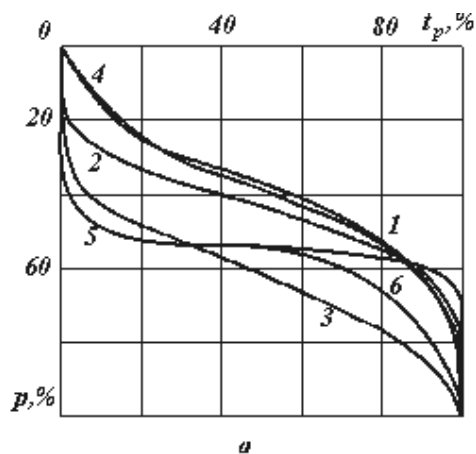


Рис. 1. Відносні опорні криві поверхонь зразків з алюмінієвого сплаву АМг4 після різних методів обробки (а): 1- прокату (вихідна поверхня); 2 - гідро абразивної; 3 - точіння; 4 - фрезерування; 5 - абразивного полірування; 6 - точіння алмазом, та вид спрощеної функції  $L(\bar{y})$  (б).

встановленою експериментом.

Шкала  $p(\%)$  визначає відношення поточної висоти нерівностей до максимальної висоти нерівностей  $R_{max}$ , тобто значення  $p=0\%$  відповідає положенню вершини найбільшої мікронерівності, а значення  $p=100\%$  - положенню найбільшої западини.

Більш плавна зміна значень  $t_p$  зі зміною  $p$  (криві 1, 2, 3 і 4) указує на більш рівномірний розподіл висот вершин мікронерівностей по профілю поверхні. Для абразивного полірування (крива 5) характерний нерівномірний розподіл висот нерівностей. Очевидно, у діапазоні  $p = 50..56\%$  їх значно більше (90%, або більше), чим у діапазонах  $p = 0..50\%$  і  $p = 56..100\%$ . Причому, у діапазоні  $p = 0..50\%$  їх більше, ніж у діапазоні  $p = 56..100\%$ . Це свідчить про те, що в діапазон  $p = 56..100\%$  попадають лише окремі мікронерівності (риски, подряпини), утворені окремими гострими крайками абразивних зерен. Якщо представити  $t_p$  у формі функції  $L(\bar{y})$ , як це показано на рис.2, то прийдемо до наступного спрощеного графіка (рис. 1,б).

істотний вплив на спрямованість слідів обробки, формуючи систематичну складову шорсткості з нижчою частотою. Високочастотні складові відхилень профілю шорсткості поверхні, можна віднести до розряду випадкових, що підтверджує аналіз профілограм і знімків (різних збільшень) окремих ділянок поверхні. Значний вплив на їх формування надає хімічна активність пасти.

Зменшення відношення параметрів шорсткості  $R_a/R_{max}$  (обумовлене різними методами обробки) відповідає збільшенню критерію шорсткості  $F$  (1). При цьому відношення  $R_a/R_{max}$  приймає досить малі значення (0,033 для абразивного полірування), відповідно  $R_{max}/R_a$  приймає відносно великі значення – 30,3.

Це добре погоджується з отриманими теоретичними результатами, зокрема, приведеними в роботі [4], згідно яким відношення  $R_a/R_{max}$  може змінюватися в межах  $0..0,29$ . З фізичної точки зору відносно великі значення  $R_{max}/R_a$  при абразивному поліруванні обумовлені формою відносної опорної довжини профілю поверхні  $t_p$  (рис 1 а, крива 5),

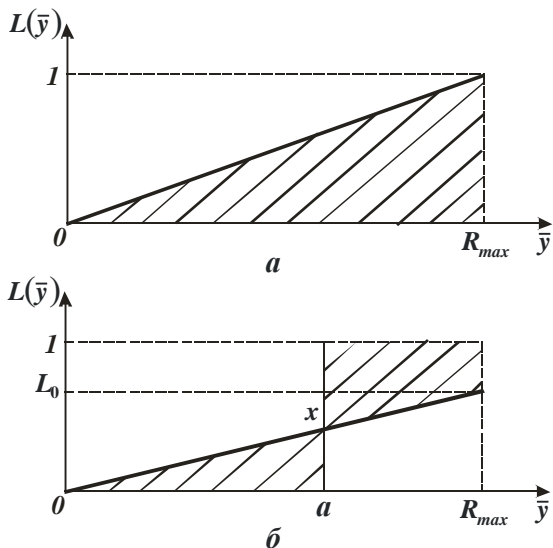


Рис. 2. Вид спрощеної функції  $L(\bar{y})$ .

Відмінність цього графіка функції  $L(\bar{y})$  складається в наявності додаткової ділянки  $L_1 \dots 1$  на рис 1,б, обумовленої появою окремих глибоких рисок та подряпин на обробленій поверхні. Це приводить до додаткового збільшення параметра шорсткості  $R_{max}$  і відповідно до збільшення відношення  $R_{max} / R_a$ . Чим менше безрозмірна величина  $L_0$  і більше аналогічна безрозмірна величина  $L_1 \rightarrow 1$ , тим, мабуть, більше відношення  $R_{max} / R_a$ , що в ідеалі прагне до нескінченності. З цього випливає, що відношення  $R_{max} / R_a$  може змінюватися у великих межах, значно перевищуючі значення 5, 10 і більше. Це залежить від форми відносної опорної довжини профілю  $t_p$ . Цим доведено вірогідність розробленої [4] математичної моделі формування шорсткості поверхні при абразивній обробці, а також те, що за допомогою відношення  $R_{max} / R_a$  (або відношення  $R_a / R_{max}$ ) можна аналізувати експлуатаційні характеристики поверхонь, оброблених різними методами.

**Висновки.** Результати експериментів підтвердили зменшення відношення  $R_a / R_{max}$  при обробці поверхонь деталей при умові зменшення зернистості абразивів.

### Список літератури

1. Гнусин И.П., Коварский Н.Я. Шероховатость электроосажденных поверхностей. – Новосибирск: Наука, 1970.
2. Рыжов Э.В. Технологические методы повышения износостойкости деталей машин. – К.: Наук. думка, 1984. – 272 с.
3. Рыжов Э.В, Сагарда А.А., Ильицкий В.Б., Чеповецкий И.Х. Качество поверхности при алмазно-абразивной обработке. – К.: Наук. думка, 1979. – 244с.
4. Шкурупий В.Г. Повышение эффективности технологии финишной обработки светоотражающих поверхностей деталей из тонкого листа и лент. – Дис. ... канд. техн. наук. – Одесса: ОНПУ, 2006. – 280 с.

### Аннотация

#### Влияние метода обработки на формирование шероховатости поверхностей

*В работе проведен анализ влияния методов и условий абразивной обработки поверхностей деталей на формирование их шероховатости.*

### Abstract

#### Influence of a method of processing on formation of a roughness of surfaces

*In work the analysis of influence of methods and conditions of abrasive processing of surfaces of details on formation of their roughness is lead.*